

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 999 659 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
10.05.2000 Patentblatt 2000/19

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: H04B 7/08, H04B 17/00

(21) Anmeldenummer: 99121689.6

(22) Anmeldetag: 02.11.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 03.11.1998 DE 19850644

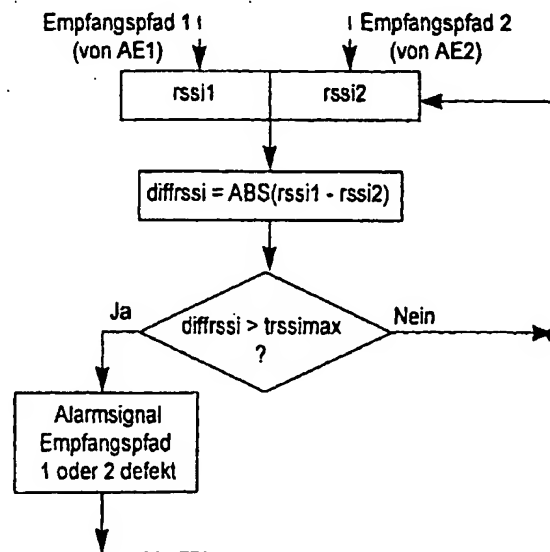
(71) Anmelder:  
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder:  
• Heinz, Helmut  
86949 Windach (DE)  
• Kunze, Holger  
81375 München (DE)  
• Schreib, Franz  
81475 München (DE)  
• Monschau, Jörg  
81379 München (DE)

(54) Verfahren und Funkstation zur Funktionsprüfung von Empfangspfaden

(57) Erfindungsgemäß wird in einer Funkstation eines Funk-Kommunikationssystems, die mindestens zwei Antenneneinrichtungen für einen Diversitätsempfang von über eine Funkschnittstelle gesendeten Signalen für die Empfangspfade jeweils zumindest ein charakteristischer Wert bezüglich von Übertragungseigenschaften der Funkschnittstelle ermittelt. Eine Differenz zwischen den ermittelten charakteristischen Werten wird mit zumindest einem Schwellenwert verglichen, und aus dem Vergleich die Funktion der Empfangspfade abgeleitet.

FIG 4



EP 0 999 659 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Funkstation zur Funktionsprüfung von Empfangspfaden.

**[0002]** In Funk-Kommunikationssystemen werden Informationen wie beispielsweise Sprache, Bildinformationen oder andere Daten, mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle zwischen einer sendenden und einer empfangenden Funkstation, wie beispielsweise einer Basisstation bzw. einer Mobilstation für den Fall eines Mobilfunksystems, übertragen. Das Abstrahlen der elektromagnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen. Beim GSM-Mobilfunksystem (Global System for Mobile Communication) liegen die Trägerfrequenzen im Bereich von 900 MHz, 1800 MHz und 1900 MHz. Für zukünftige Mobilfunksysteme mit CDMA- und TD/CDMA- Übertragungsverfahren über die Funkschnittstelle, wie beispielsweise das UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) oder andere Systeme der 3. Generation sind Trägerfrequenzen im Bereich von ca. 2000 MHz vorgesehen.

**[0003]** Unter realen Einsatzbedingungen für Funk-Kommunikationssysteme sind gesendete Funksignale verschiedenartigsten Störungen bei der Übertragung über die Funkschnittstelle ausgesetzt und erreichen die Empfangseinrichtung auf sehr unterschiedlichen Ausbreitungswegen. Außer einem direkten Ausbreitungsweg können die Funksignale auch an Hindernissen wie Bergen, Bäumen, Gebäuden u.ä. reflektiert oder gebeugt werden. In der Empfangseinrichtung überlagern sich die Funksignale der verschiedenen Ausbreitungswege. Dies führt zu Auslöschungseffekten, die die Empfangsqualität der Funksignale mitunter stark verringern.

**[0004]** Um diese Auslöschungseffekte, auch Fadingeffekte genannt, zu umgehen, sind verschiedene Methoden bekannt. Durch Antennen-Diversität, d.h. durch die Verwendung von mehreren Antennen für den Empfang der Funksignale können diese Fadingeffekte reduziert werden. Da jedoch der Einsatz der Antennen-Diversität eine Erhöhung der Kosten und Komplexität in der Funkstation bedeutet, wird sie vor allem in den Basisstationen der Funk-Kommunikationssysteme eingesetzt.

**[0005]** Ein Ausfall eines Empfangspfades ist beim Einsatz der Antennen-Diversität gemäß dem Stand der Technik nur durch Prüfung der jeweiligen Empfangspfade im abgeschalteten Zustand möglich. Dieses bewirkt nachteilig, daß die Funkressourcen für den Zeitraum der Funktionsprüfung nicht genutzt werden können, so daß die Prüfung vor allem in Zeiten mit geringem Verkehrsaufkommen durchgeführt werden muß. Weiterhin muß die Prüfung direkt am Ort der Funkstation durchgeführt werden, welches nachteilig einen hohen technischen und zeitlichen Aufwand für

den Betreiber des Funk-Kommunikationssystems bewirkt, wenn die Funkstation beispielsweise an einem abgelegenen Ort installiert ist.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Funkstation anzugeben, die eine einfache Funktionsprüfung von Empfangspfaden in einer Funkstation ermöglichen. Diese Aufgabe wird durch das Verfahren und durch die Funkstation gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird in einer Funkstation eines Funk-Kommunikationssystems, die mindestens zwei Antenneneinrichtungen für einen Diversitätsempfang von über eine Funkschnittstelle gesendeten Signalen für die Empfangspfade jeweils zumindest ein charakteristischer Wert bezüglich von Übertragungseigenschaften der Funkschnittstelle ermittelt. Eine Differenz zwischen den ermittelten charakteristischen Werten wird anschließend mit zumindest einem Schwellenwert verglichen, und aus dem Vergleich die Funktion der Empfangspfade abgeleitet.

**[0008]** Die Erfindung ermöglicht vorteilhaft, daß durch einen einfachen Vergleich von charakteristischen Werten die Funktion der Empfangspfade ermittelt werden kann. Dieser Vergleich kann während des normalen Betriebs der Funkstation durchgeführt werden, wodurch vorteilhaft keine Beschränkung der Funkressourcen für die Funktionsprüfung auftritt. Des weiteren wird durch die Erfindung vorteilhaft eine permanente Ermittlung der Funktion der Empfangspfade ermöglicht, so daß schnell auf auftretende Störungen reagiert werden kann. Weiterhin kann die Überwachung der Empfangspfade beispielsweise in einer zentralen Einrichtung des Funk-Kommunikationssystems erfolgen.

**[0009]** Gemäß einer ersten Weiterbildung der Erfindung wird der jeweils ermittelte charakteristische Wert mit einem weiteren Schwellenwert verglichen. Bei einem Überschreiten dieses weiteren Schwellenwertes werden die charakteristischen Werte für die Berechnung der Differenz berücksichtigt. Diese Ausgestaltung ermöglicht vorteilhaft, daß beispielsweise für den Fall, daß die Differenz zwischen einem empfangenen Signal und dem normalen Rauschen der Empfangseinrichtung sehr gering ist, die ermittelten charakteristischen Werte der Empfangszweige nicht berücksichtigt werden und somit ein nachfolgend eventuell fehlerhaft festgestellter Defekt eines Empfangszweigs vermieden wird. Weiterhin kann hierdurch vorteilhaft ein gleichzeitig auftretender Ausfall aller Empfangspfade detektiert werden, da für diesen speziellen Fall der Vergleich mit dem Schwellenwert gegebenenfalls keinen Hinweis auf einen defekten Empfangspfad liefern kann. Der weitere Schwellenwert kann beispielsweise einem minimalen charakteristischen Wert entsprechen.

**[0010]** Gemäß einer weiteren Weiterbildung der Erfindung wird die Differenz zwischen den jeweils ermittelten charakteristischen Werten mit einem oberen und

einem unteren Schwellenwert verglichen, und aus dem Vergleich die jeweilige Funktion der Empfangspfade abgeleitet. Dieses ermöglicht vorteilhaft, daß bestimmt werden kann, welcher der Empfangspfade nicht ordnungsgemäß funktioniert bzw. defekt ist.

[0011] Einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung zufolge wird die Differenz zwischen Durchschnittswerten der charakteristischen Werte ermittelt, wobei die Durchschnittswerte über ein vorgegebenes Zeitintervall bestimmt werden. Durch die Bestimmung von Durchschnittswerten werden vorteilhaft Schwankungen der charakteristischen Werte für die Empfangspfade beispielsweise durch Abschattungen relativiert und gemittelt, so daß vorteilhaft eine genauere Aussage über die Funktion der Empfangspfade getroffen werden kann. Die Durchschnittswerte können dabei beispielsweise durch eine kontinuierliche Mittelung der charakteristischen Werte ermittelt werden, wobei jeweils Erfahrungswerte eines der aktuellen Ermittlung vorrausgehenden Zeitintervalls berücksichtigt werden. Weiterhin ist bei einem Einsatz eines TDMA-Teilnehmerseparierungsverfahrens in dem Funk-Kommunikationssystem eine Mittelung über eine bestimmte Anzahl Zeitschlitze denkbar.

[0012] In drei alternativen Ausgestaltungen der Erfindung wird bei einem Überschreiten und/oder bei einem Unterschreiten des Schwellenwertes gemäß einer ersten Ausführungsform ein Alarmsignal generiert, das die Empfangspfade als defekt kennzeichnet, gemäß einer zweiten Ausführungsform die Empfangspfade als defekt markiert, oder gemäß einer dritten Ausführungsform der jeweilige Empfangspfad als defekt markiert. Vorteilhaft kann hierdurch beispielsweise die Kontrolle der Funktion der Empfangspfade in einer zentralen Einrichtung des Funk-Kommunikationssystems erfolgen, wobei eine auftretende fehlerhafte Funktion dem Betreiber signalisiert wird.

[0013] Basierend auf der zweiten alternativen Ausführungsform wird gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung eine Gesamtsumme Markierungen in dem vorgegebenen Zeitintervall ermittelt und mit einem maximalen Summenschwellenwert verglichen. Basierend auf der dritten alternativen Ausführungsform wird gemäß einer weiteren Ausgestaltung für die Empfangspfade eine jeweilige Summe Markierungen in dem vorgegebenen Zeitintervall ermittelt, eine Gesamtsumme der Summen Markierungen für die jeweiligen Empfangspfade berechnet, und die Gesamtsumme mit einem maximalen Summenschwellenwert verglichen. Nachfolgend wird entsprechend zweier weiterer alternativer Weiterbildungen bei einem Überschreiten des maximalen Summenschwellenwertes ein Alarmsignal generiert bzw. basierend auf der dritten Ausführungsform die jeweiligen Summen Markierungen miteinander verglichen und aus dem Vergleich ein Alarmsignal generiert, das den einen und/oder den anderen Empfangspfad als defekt kennzeichnet.

[0014] Diese erfindungsgemäßen Ausgestaltungen

ermöglichen vorteilhaft eine sehr genaue Bestimmung eines Defekts eines oder mehrerer Empfangspfade, wobei durch die Ermittlung der Gesamtsummen und deren Vergleich mit einem Summenschwellenwert eine zusätzliche Kondition zur Feststellung von defekten Empfangspfaden geschaffen wird. Anhand der Summen der Markierungen kann zudem ein teilweiser oder kompletter Ausfall eines oder mehrerer Empfangspfade detektiert werden.

[0015] Besonders vorteilhaft wird das erfindungsgemäße Verfahren in einem Funk-Kommunikationssystem eingesetzt, das ein TDMA-Teilnehmerseparierungsverfahren bzw. eine Kombinationen eines TDMA-Verfahrens mit weiteren Teilnehmerseparierungsverfahren nutzt. Diesen Verfahren gemeinsam ist eine parallele Nutzung eines Frequenzbandes für mehrere Kommunikationsverbindungen, wobei die einzelnen Verbindungen durch Zeitschlitze unterschieden werden. Bei einer Kombination mit einer CDMA-Teilnehmerseparierung erfolgt eine zusätzliche Trennung der Teilnehmer durch eine jeweilige Zuordnung zu Spreizcodes.

[0016] Die Erfindung wird nun anhand von zeichnerischen Darstellungen näher erläutert. Dabei zeigen

FIG 1 ein Blockschaltbild eines Funk-Kommunikationssystems, insbesondere eines Mobilfunksystems,

FIG 2 eine beispielhafte schematische Darstellung der Rahmenstruktur der Funkschnittstelle bei einem TDMA-Teilnehmerseparierungsverfahren und des Aufbaus eines Funkblocks,

FIG 3 eine beispielhafte schematische Darstellung der Rahmenstruktur der Funkschnittstelle bei einem TD/CDMA-Teilnehmerseparierungsverfahren und des Aufbaus eines Funkblocks,

FIG 4 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens,

FIG 5 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit einer zusätzlichen Ermittlung von Durchschnittswerten,

FIG 6 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit einer parallelen Ermittlung jeweils zweier charakteristischer Werte,

FIG 7 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit einer Summenbildung von Markierungen, und

FIG 8 ein weiteres Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit einer Ermittlung eines defekten Empfangspfades.

[0017] Das in der FIG 1 dargestellte und als ein Mobilfunksystem ausgeführte Funk-Kommunikationssystem besteht aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC, die untereinander vernetzt sind bzw. den Zugang zu einem Festnetz PSTN herstellen. Die Mobilvermittlungsstellen MSC sind jeweils mit einem Operations- und Wartungszentrum OMC verbunden,

das eine zentrale Verwaltung von das Funk-Kommunikationssystem betreffenden Funktionen gestattet. Weiterhin sind diese Mobilvermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einer Einrichtung RNM zum Zuteilen funktechnischer Ressourcen verbunden. Jede dieser Einrichtungen RNM ermöglicht wiederum eine Verbindung zu zumindest einer Basisstation BS. Eine solche Basisstation BS ist eine Funkstation, die über eine Funkschnittstelle Verbindungen zu weiteren Funkstationen, wie beispielsweise Mobilstationen oder stationären Endgeräten, aufbauen kann. Durch jede Basisstation BS wird zumindest eine Funkzelle gebildet, in dessen Bereich befindliche Mobilstationen mit funktechnischen Ressourcen versorgt werden. Bei einer Sektorisierung oder bei hierarchischen Zellstrukturen können pro Basisstation BS auch mehrere Funkzellen versorgt werden. Die Funktionalität der dargestellten Struktur wird von dem Funk-Kommunikationssystem nach der Erfindung genutzt.

**[0018]** Unter realen Einsatzbedingungen für Funk-Kommunikationssysteme sind die Funksignale zwischen der Basisstation BS und der beispielhaft angegebenen Funkstation MS verschiedenartigsten Störungen ausgesetzt und erreichen die Funkstation MS auf sehr unterschiedlichen Ausbreitungswegen. Außer einem direkten Ausbreitungsweg können die Funksignale auch an Hindernissen wie Bergen, Bäumen, Gebäuden u.ä. reflektiert oder gebeugt werden. In der Empfangseinrichtung der Funkstation MS überlagern sich die Funksignale der verschiedenen Ausbreitungswege, welches zu Auslöschungseffekten führt, die den Empfang der Funksignale stark beeinträchtigen können. Die Basisstation BS ist aus diesem Grund mit zwei Antenneneinrichtungen AE für einen Diversitätsempfang ausgestattet, wodurch die Fading genannten Auslöschungseffekte korrigiert werden können. Die Funkstation MS weist dahingegen im Regelfall nur eine Antenneneinrichtung AE auf, beispielsweise für Datenübertragung können Funkstationen MS jedoch ebenfalls mit zwei Antenneneinrichtungen ausgestattet werden. Für ein Empfangen von Nutz- und Signalisierungsinformationen weist die Basisstationen BS eine mit den Antenneneinrichtungen AE1, AE2 verbundene Empfangseinrichtung EE auf. Neben dieser Empfangseinrichtung EE sind in der Basisstation BS weitere Komponenten und Einrichtungen wie eine beispielhaft angegebene Steuereinrichtung ST und ein Timer T verwirklicht, dessen relevanten Funktionen in der Beschreibung zu den FIG 4 bis FIG 8 beschrieben werden.

**[0019]** Die Rahmenstruktur der Funkschnittstelle ist aus der FIG 2 ersichtlich und entspricht der bekannten Funkschnittstelle eines GSM-Mobilfunksystems. Gemäß einer FDMA-Komponente ist eine Aufteilung eines breitbandigen Frequenzbereiches B, beispielsweise der Bandbreite  $B = 1,6$  MHz, in mehrere Frequenzkanäle fk, beispielsweise acht Frequenzkanäle mit jeweils 200 kHz Bandbreite, vorgesehen. Weiterhin

erfolgt gemäß einer TDMA-Komponente eine Aufteilung in Zeitschlitz ts, beispielsweise 8 Zeitschlitz ts0 bis ts7. Jeder Zeitschlitz ts innerhalb eines Frequenzkanals fk bildet einen physikalischen Übertragungskanal. Die aufeinanderfolgenden Zeitschlitz ts werden nach einer Rahmenstruktur gegliedert, so daß acht Zeitschlitz ts0 bis ts7 zu einem Zeitrahmen tf zusammengefaßt werden.

**[0020]** Innerhalb der Frequenzkanäle fk, die zur Nutzdatenübertragung vorgesehen sind, werden Informationen mehrerer Verbindungen zeitlich getrennt in Funkblöcken übertragen. Diese Funkblöcke bestehen aus Abschnitten mit Daten d, in denen jeweils Abschnitte mit empfangsseitig bekannten Trainingssequenzen tseq eingebettet sind. Weiterhin ist innerhalb des Zeitschlitzes ts eine Schutzzeit gp zur Kompensation unterschiedlicher Signallaufzeiten der Verbindungen aufeinanderfolgender Zeitschlitz ts vorgesehen.

**[0021]** Eine beispielhafte Rahmenstruktur der Funkschnittstelle, wie sie unter anderem in dem zukünftigen Mobilfunksystem der dritten Generation UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) verwirklicht wird, ist aus der FIG 3 ersichtlich. Gemäß einer TDMA-Komponente ist eine Aufteilung eines breitbandigen Frequenzbandes, beispielsweise der Bandbreite  $B = 5$  MHz, in mehrere Zeitschlitz ts, beispielsweise 16 Zeitschlitz ts0 bis ts15 vorgesehen. Jeder Zeitschlitz ts innerhalb des Frequenzbandes B bildet einen Frequenzkanal fk. Innerhalb eines breitbandigen Frequenzbandes B werden die aufeinanderfolgenden Zeitschlitz ts nach einer Rahmenstruktur gegliedert. So werden 16 Zeitschlitz ts0 bis ts15 zu einem Rahmen zusammengefaßt.

**[0022]** Bei einer Nutzung eines TDD-Übertragungsverfahrens wird ein Teil der Zeitschlitz ts0 bis ts15 in Aufwärtsrichtung und ein Teil der Zeitschlitz ts0 bis ts15 in Abwärtsrichtung benutzt, wobei die Übertragung in Aufwärtsrichtung beispielsweise vor der Übertragung in Abwärtsrichtung erfolgt. Dazwischen liegt ein Umschaltzeitpunkt SP, der entsprechend dem jeweiligen Bedarf an Übertragungskanälen für die Auf- und Abwärtsrichtung flexibel positioniert werden kann. Ein Frequenzkanal fk für die Aufwärtsrichtung entspricht in diesem Fall dem Frequenzkanal fk für die Abwärtsrichtung. In gleicher Weise sind die weiteren Frequenzkanäle fk strukturiert.

**[0023]** Wie zu der FIG 2 beschrieben werden innerhalb der Frequenzkanäle fk Informationen mehrerer Verbindungen in Funkblöcken übertragen. Diese Funkblöcke bestehen aus Abschnitten mit Daten d, in denen jeweils Abschnitte mit empfangsseitig bekannten Trainingssequenzen tseq1 bis tseqn eingebettet sind. Die Daten d sind verbindungsindividuell mit einer Feinstruktur, einem Spreizkode c (CDMA-Kode), gespreizt, so daß empfangsseitig beispielsweise n Verbindungen durch diese CDMA-Komponente separierbar sind. Aus der Kombination aus einem Frequenzkanal fk und einem Spreizkode c wird ein physikalischer Übertra-

gungskanal definiert, der für die Übertragung von Signalisierungs- und Nutzinformationen genutzt werden kann.

[0024] Die Spreizung von einzelnen Symbolen der Daten  $d$  mit  $Q$  Chips bewirkt, daß innerhalb der Symboldauer  $t_{sym}$   $Q$  Subabschnitte der Dauer  $t_{chip}$  übertragen werden. Die  $Q$  Chips bilden dabei den individuellen Spreizkode  $c$ . Weiterhin ist innerhalb des Zeitschlitzes  $t_s$  eine Schutzzeit  $g_p$  zur Kompensation unterschiedlicher Signallaufzeiten der Verbindungen aufeinanderfolgender Zeitschlitzes  $t_s$  vorgesehen.

[0025] Eine Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist beispielsweise auch für ein bekanntes CDMA-Teilnehmerseparierungsverfahren möglich, bei dem ein physikalischer Übertragungskanal durch ein Frequenzband  $B$  und einen CDMA-Kode definiert wird, und eine kontinuierliche Übertragung von Nutz- und Signalisierungsinformationen erfolgt.

[0026] In den FIG 4 bis FIG 8 sind beispielhafte Ablaufdiagramme für das erfindungsgemäße Verfahren dargestellt. Die verschiedenen Funktionen werden beispielsweise in der Steuereinrichtung  $ST$  durchgeführt, wobei eine Ermittlung der charakteristischen Werte auch in der Empfangseinrichtung  $EE$  erfolgen kann. Den jeweiligen Abfolgen werden von den beiden Antenneneinrichtungen  $AE1$ ,  $AE2$  und der Empfangseinrichtung  $EE$  der Basisstation  $BS$  empfangene Signale zweier unabhängiger Empfangspfade 1 und 2 zugrunde gelegt.

[0027] In dem Ablaufdiagramm der FIG 4 werden die empfangenen Signale der Steuereinrichtung  $ST$  in der Basisstation  $BS$  zugeführt, die aus den Eigenschaften der Signale für jeden Empfangszweig 1, 2 jeweils einen charakteristischen Wert bezüglich der Übertragungseigenschaften der Funkschnittstelle bestimmt. Ein derartiger charakteristischer Wert, der sich gegebenenfalls erst nach internen Umrechnungen in der Steuereinrichtung  $ST$  ergibt, ist beispielsweise eine Empfangsstärke  $rssi1$ ,  $rssi2$  oder ein Signal-Rausch-Verhältnis  $snr1$ ,  $snr2$ . Gemäß dem Stand der Technik des GSM-Mobilfunksystems wird der ermittelte charakteristische Wert zur Abschätzung der erforderlichen Sendeleistung für die Signalübertragung verwendet.

[0028] In einem folgenden Schritt wird der Absolutbetrag der Differenz zwischen den ermittelten Empfangsstärken  $rssi1$ ,  $rssi2$  ermittelt. Anschließend wird die Differenz Empfangsstärke  $diffssi$  mit einem beispielhaft angegebenen oberen Schwellenwert  $trssimax$  für die Empfangsstärke verglichen. Bei einem Überschreiten des oberen Schwellenwertes  $trssimax$  wird ein Alarmsignal generiert, das einen Defekt eines der beiden Empfangspfade angibt. Das Alarmsignal kann beispielsweise zu dem Operations- und Wartungszentrum  $OMC$  des Mobilfunksystems übertragen werden, in dem zentral die Funktion der Empfangspfade der gesamten an die Mobilvermittlungsstelle  $MSC$  angeschlossenen Basisstationen  $BS$  überwacht werden kann.

[0029] In dem auf der FIG 4 basierenden Ablaufdiagramm der FIG 5 werden die ermittelten Empfangsstärken  $rssi1$ ,  $rssi2$  der Empfangspfade zusätzlich mit einem weiteren Schwellenwert  $trssilev$  verglichen, wobei die jeweiligen Werte  $rssi1$ ,  $rssi2$  nur bei einem Überschreiten des weiteren Schwellenwertes  $trssilev$  durch einen der Werte  $rssi1$ ,  $rssi2$  der Weiterverarbeitung zugeführt werden. Hierdurch werden niedrige ermittelte Empfangsstärken  $rssi1$ ,  $rssi2$  aufgrund von sehr schwachen Empfangssignalen, die sich gegenüber dem normalen Rauschen der Empfangspfade kaum unterscheiden, nicht berücksichtigt. Die weiterzuverarbeitenden Werte  $rssi1$ ,  $rssi2$  müssen sich demnach von dem Grundrauschen unterscheiden. Weiterhin wird verhindert, daß für den Fall eines gleichzeitigen Defekts beider Empfangspfade durch die nachfolgenden Prozeduren eine Funktion der Empfangspfade vorgetäuscht wird. Hierbei ist denkbar, daß bei einem gehäuften und gleichzeitigen Auftreten der Unterschreitung des weiteren Schwellenwertes  $trssilev$  für beide Empfangspfade 1, 2 ein Alarmsignal ausgelöst wird (nicht in der FIG 5 dargestellt).

[0030] Aus den der Weiterverarbeitung zugeführten ermittelten Empfangsstärken  $rssi1$ ,  $rssi2$  wird nachfolgend jeweils ein Durchschnittswert  $rssi1avg$ ,  $rssi2avg$  innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls  $t$  bestimmt. Die Differenz Empfangsstärke  $diffssi$  berechnet sich in diesem Fall aus dem Absolutbetrag der Differenz der ermittelten durchschnittlichen Empfangsstärken  $rssi1avg$ ,  $rssi2avg$ .

[0031] Das Dauer des Zeitintervalls  $t$  wird durch einen Timer  $T$  in der Basisstation  $BS$  gesteuert. Bei dem beispielhaft genannten GSM-Mobilfunksystem kann das Zeitintervall  $t$  beispielsweise einer Anzahl Zeitschlitzes oder Zeitrahmen entsprechen, wobei für die einzelnen Zeitschlitzes bzw. Verbindungen jeweils der Durchschnittswert über das Zeitintervall  $t$  ermittelt wird. Eine weitere beispielhafte Möglichkeit zur Ermittlung von Durchschnittswerten ist eine kontinuierliche Mittelung, wobei nur die aktuellen und die in einem bestimmten zurückliegenden Zeitintervall  $t$  ermittelten Werte für die Berechnung des jeweiligen Durchschnittswertes  $rssi1avg$ ,  $rssi2avg$  berücksichtigt werden. Werden beispielsweise zur Ermittlung des Durchschnittswertes  $rssi1avg$  des Empfangszweigs 1  $n$ -Messungen der Empfangsstärke  $rssi1$  durchgeführt, so errechnet sich der jeweils aktuelle Durchschnittswert  $rssi1avg$ :

$$rssi1avg_n = f \cdot rssi1avg_{n-1} + (1-f) \cdot rssi1_n$$

wobei  $0 < f < 1$  ein Gewichtungsfaktor ist, der den vorhergehenden Durchschnittswert im Verhältnis zum aktuell ermittelten Wert gewichtet.

[0032] Die Dauer des Zeitintervalls  $t$ , die jeweiligen Schwellenwerte sowie der Gewichtungsfaktor  $f$  können beispielsweise in dem bereits erwähnten Operations- und Wartungszentrum  $OMC$  administriert und flexibel den jeweiligen Bedingungen angepaßt werden.

[0033] In der FIG 6 wird aus den empfangenen Signalen neben der Empfangsstärke rssi1, rssi2 zusätzlich das Signal-Rausch-Verhältnis snr1, snr2 für die Empfangszweige ermittelt. Ein den Erläuterungen zu der FIG 5 entsprechenden Vergleich der ermittelten Empfangsstärken rssi1, rssi2 mit einem weiteren Schwellenwert trssimax kann dabei ebenfalls durchgeführt werden. Gemäß den Beispielen der FIG 5 werden weiterhin jeweils Durchschnittswerte Empfangsstärke rssi1avg, rssi2avg und Signal-Rausch-Verhältnis snr1avg, snr2avg berechnet. Anschließend werden die Differenzen Empfangsstärke diffrrssi bzw. Signal-Rausch-Verhältnis diffsnr mit jeweils einem oberen Schwellenwert Empfangsstärke trssimax bzw. Signal-Rausch-Verhältnis tsnrmax verglichen. Bei einem jeweiligen Überschreiten der oberen Schwellenwerte trssimax, tsnrmax wird ein Alarmsignal der bekannten Form ausgelöst. Der Zusammenführungspunkt kann beispielsweise entsprechend einer UND- oder einer ODER-Verknüpfung konfiguriert sein, wobei bei der ersten Ausgestaltung gemäß einer UND-Verknüpfung zum Auslösen des Alarmsignals beide Differenzwerte diffrrssi und diffsnr größer dem jeweils oberen Schwellenwert trssimax bzw. tsnrmax sein müssen, währenddessen bei der zweiten Ausgestaltung gemäß einer ODER-Verknüpfung nur der eine Differenzwert diffrrssi bzw. diffsnr größer als der jeweilige obere Schwellenwert trssimax bzw. tsnrmax sein muß, um das Alarmsignal auszulösen.

[0034] Das in der FIG 7 dargestellte Ablaufdiagramm basiert auf dem Ausführungsbeispiel der FIG 6, wobei von einer zeitschlitzbezogenen Ermittlung der charakteristischen Werte rssi1, rssi2, snr1, snr2, wie sie bei einem Einsatz des Verfahrens in dem beispielhaften GSM-Mobilfunksystem sinnvoll ist, ausgegangen wird. Nach dem Vergleich der Differenzwerte diffrrssi(ts), diffsnr(ts) mit jeweils einem oberen Schwellenwert trssimax bzw. tsnrmax werden bei einem jeweiligen Überschreiten der Schwellenwerte trssimax, tsnrmax die Empfangspfade 1 und 2 als defekt markiert. Der Zusammenführungspunkt entspricht in diesem Fall beispielhaft einer ODER-Verknüpfung, so daß auch bei einem Überschreiten nur eines oberen Schwellenwertes die Empfangspfade 1 und 2 als defekt markiert werden. Über ein bestimmtes Zeitintervall t, wie beispielsweise eine bestimmte Anzahl Zeitschlitze ts, wird eine Gesamtsumme sum Markierungen berechnet und diese mit einem maximalen Summenschwellenwert summax verglichen. Bei einem Überschreiten dieses maximalen Summenschwellenwertes summax wird ein Alarmsignal beispielsweise zu dem Operations- und Wartungszentrum OMC ausgesendet, das die Empfangspfade 1 oder 2 als defekt kennzeichnet. Bei einem jeweiligen Unterschreiten der Schwellenwerte trssimax, tsnrmax für die Differenzwerte diffrrssi(ts), diffsnr(ts) werden die Empfangspfade 1 und 2 als ordnungsgemäß funktionierend markiert. Der Zusammenführungspunkt kann hierbei beispielsweise einer UND-

Verknüpfung entsprechen, wobei gegebenenfalls eine Bestätigungsnachricht über die Funktion zu dem Operations- und Wartungszentrum OMC gesendet werden kann. Für den Fall, daß die Gesamtsumme sum den maximalen Summenschwellenwert summax nicht überschreitet, kann beispielsweise ein Warnsignal gesendet werden, daß eine erhöhte Fehlerhäufigkeit kennzeichnet, so daß seitens des Betreibers gegebenenfalls präventive Maßnahmen getroffen werden können.

[0035] In dem Ablaufdiagramm der FIG 8 wird wiederum nur die Vorgehensweise bei einer Ermittlung der jeweiligen Empfangsstärken rssi1, rssi2 der Empfangspfade 1 und 2 betrachtet, eine Erweiterung um die Ermittlung der Signal-Rausch-Abstände snr1, snr2 im Sinne der Beispiele der FIG 6 und FIG 7 ist jedoch ebenfalls denkbar. Die aus den Durchschnittswerten rssiavg1, rssiavg2 berechnete Differenz Empfangsstärke diffrrssi wird mit einem unteren Schwellenwert Empfangsstärke trssimin und mit einem oberen Schwellenwert Empfangsstärke trssimax verglichen, wobei in diesem Fall nicht der Absolutwert der Differenz der Empfangsstärken rssi1avg, rssi2avg bestimmt wird. Ist die Differenz Empfangsstärke diffrrssi kleiner als der untere Schwellenwert Empfangsstärke trssimin, so wird der Empfangspfad 1 als defekt markiert und die Summe sum1 Markierungen für den Empfangspfad 1 über ein bestimmtes Zeitintervall t bestimmt. In gleicher Weise wird der Empfangspfad 2 als defekt markiert und die Summe sum2 Markierungen bestimmt, wenn die Differenz Empfangsstärke diffrrssi größer als der obere Schwellenwert Empfangsstärke trssimax ist. Die anschließend berechnete Gesamtsumme sum der Summen Markierungen sum1, sum2 wird mit einem oberen Schwellenwert Markierungen summax verglichen und bei einem Überschreiten des Schwellenwertes summax ein Vergleich der bestimmten Summen Markierungen sum1, sum2 der beiden Empfangspfade durchgeführt. Ist die Summe Markierungen sum1 für den Empfangspfad 1 viel größer als die Summe Markierungen sum2 für den Empfangspfad 2, so wird ein Alarmsignal ausgelöst, das den Empfangspfad 1 als defekt kennzeichnet. Ist hingegen die Summe Markierungen sum2 für den Empfangspfad 2 viel größer als die Summe Markierungen sum1 für den Empfangspfad 1, so wird ein Alarmsignal ausgelöst, das den Empfangspfad 2 als defekt kennzeichnet. Trifft auch dieses nicht zu, so wird ein Alarmsignal ausgelöst, daß beide Empfangspfade 1 und 2 als defekt kennzeichnet.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Funktionsprüfung von Empfangspfaden in einer Funkstation (BS) eines Funk-Kommunikationssystems, die mindestens zwei Antenneneinrichtungen (AE1, AE2) für einen Diversitätsempfang von über eine Funkschnittstelle gesendeten Signalen aufweist, bei dem

- für die Empfangspfade jeweils zumindest ein charakteristischer Wert (rss1, rssi2, snr1, snr2) bezüglich von Übertragungsbedingungen der Funkschnittstelle ermittelt wird,
  - eine Differenz (diffRSSI, diffSNR) zwischen den 5  
ermittelten charakteristischen Werten (rss1, rssi2, snr1, snr2) mit zumindest einem Schwellenwert (trssimax, trssimin, tsnrmax) verglichen wird, und
  - aus dem Vergleich die Funktion der Empfangspfade abgeleitet wird. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der jeweils ermittelte charakteristische Wert (rss1, rssi2, snr1, snr2) mit einem weiteren Schwellenwert 15  
(trssilev) verglichen wird, wobei bei einem Überschreiten des weiteren Schwellenwertes (trssilev) die charakteristischen Werte (rss1, rssi2, snr1, snr2) für die Berechnung der Differenz berücksichtigt wird. 20
  3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem ein Absolutbetrag der Differenz (diffRSSI, diffSNR) berechnet und mit dem Schwellenwert (trssimax, trssimin, tsnrmax) verglichen wird. 25
  4. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Differenz (diffRSSI, diffSNR) zwischen den jeweils ermittelten charakteristischen Werten (rss1, rssi2, snr1, snr2) mit einem oberen (trssimax, tsnrmax) und einem unteren Schwellenwert (trssimin) verglichen wird, und aus dem Vergleich die jeweilige Funktion der Empfangspfade abgeleitet wird. 30
  5. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Differenz (diffRSSI, diffSNR) zwischen Durchschnittswerten (rss1avg, rssi2avg, snr1avg, snr2avg) der charakteristischen Werte (rss1, rssi2, snr1, snr2) ermittelt wird, wobei die Durchschnittswerte (rss1avg, rssi2avg, snr1avg, snr2avg) über ein vorgegebenes Zeitintervall (t) bestimmt werden. 40
  6. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem als charakteristischer Wert eine Empfangsstärke (rss1, rssi2) und/oder ein Signal-Rausch-Verhältnis (snr1, snr2) bestimmt wird. 45
  7. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem bei einem Über- und/oder Unterschreiten des Schwellenwertes (trssimax, trssimin, tsnrmax) ein Alarmsignal generiert wird, das die Empfangspfade als defekt kennzeichnet. 50
  8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem 55  
bei einem Über- und/oder Unterschreiten des Schwellenwertes (trssimax, trssimin, tsnrmax) die Empfangspfade als defekt markiert werden.
  9. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem eine Gesamtsumme (sum) Markierungen für die Empfangspfade in dem vorgegebenen Zeitintervall (t) ermittelt und mit einem maximalen Summenswellenwert (summax) verglichen wird.
  10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem bei einem Über- und/oder Unterschreiten des Schwellenwertes (trssimax, trssimin, tsnrmax) der jeweilige Empfangspfad als defekt markiert wird.
  11. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem
    - für die Empfangspfade eine jeweilige Summe (sum1, sum2) Markierungen in dem vorgegebenen Zeitintervall (t) ermittelt wird,
    - eine Gesamtsumme (sum) der jeweiligen Summen (sum1, sum2) Markierungen für die Empfangspfade berechnet wird, und
    - die Gesamtsumme (sum) mit einem maximalen Summenswellenwert (summax) verglichen wird.
  12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 11, bei dem bei einem Überschreiten des maximalen Summenswellenwertes (summax) ein Alarmsignal generiert wird, das die Empfangspfade als defekt kennzeichnet.
  13. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem
    - bei einem Überschreiten des maximalen Summenswellenwertes (summax) die jeweiligen Summen (sum1, sum2) Markierungen miteinander verglichen werden, und
    - aus dem Vergleich ein Alarmsignal generiert wird, das den einen Empfangszweig und/oder den anderen Empfangszweig als defekt kennzeichnet.
  14. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem in dem Funk-Kommunikationssystem eine Teilnehmerseparierung gemäß einem TDMA-Teilnehmerseparierungsverfahren durchgeführt wird, wobei die charakteristischen Werte (rss1, rssi2, snr1, snr2) in jeweils zumindest einem Zeitschlitz (ts) ermittelt wird.
  15. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch,



bei dem  
in dem Funk-Kommunikationssystem eine Teilnehmerseparierung gemäß einem CDMA-Teilnehmerseparierungsverfahren durchgeführt wird.

5

16. Funkstation (BS) eines Funk-Kommunikationssystems, mit

- mindestens zwei Antenneneinrichtungen (AE) für einen Diversitätsempfang von über eine Funkschnittstelle gesendeten Signale, 10
- einer Empfangseinrichtung (EE) zum Verarbeiten der empfangenen Signale, und
- einer Steuereinrichtung (ST) 15
  - zum Ermitteln von jeweils zumindest einem charakteristischen Wert (rss1, rss2, snr1, snr2) bezüglich von Übertragungseigenschaften der Funkschnittstelle für die Empfangspfade, 20
  - zum Vergleichen einer Differenz (diffrss1, diffsnr) zwischen den ermittelten charakteristischen Werten (rss1, rss2, snr1, snr2) mit zumindest einem Schwellenwert (trssimax, trssimin, tsnrmax), und 25
  - zum Ableiten der Funktion der Empfangspfade aus dem Vergleich.

17. Funkstation (BS) nach Anspruch 16, mit einem Timer (T) zum periodischen Ermitteln der charakteristischen Werte (rss1, rss2, snr1, snr2) in einem vorgegebenen Zeitintervall (t). 30

18. Funkstation (BS) nach Anspruch 16 oder 17, die als eine Basisstation eines Mobilfunksystems oder eines drahtlosen Teilnehmeranschlußsystems wirkt ist. 35

40

45

50

55



FIG 1

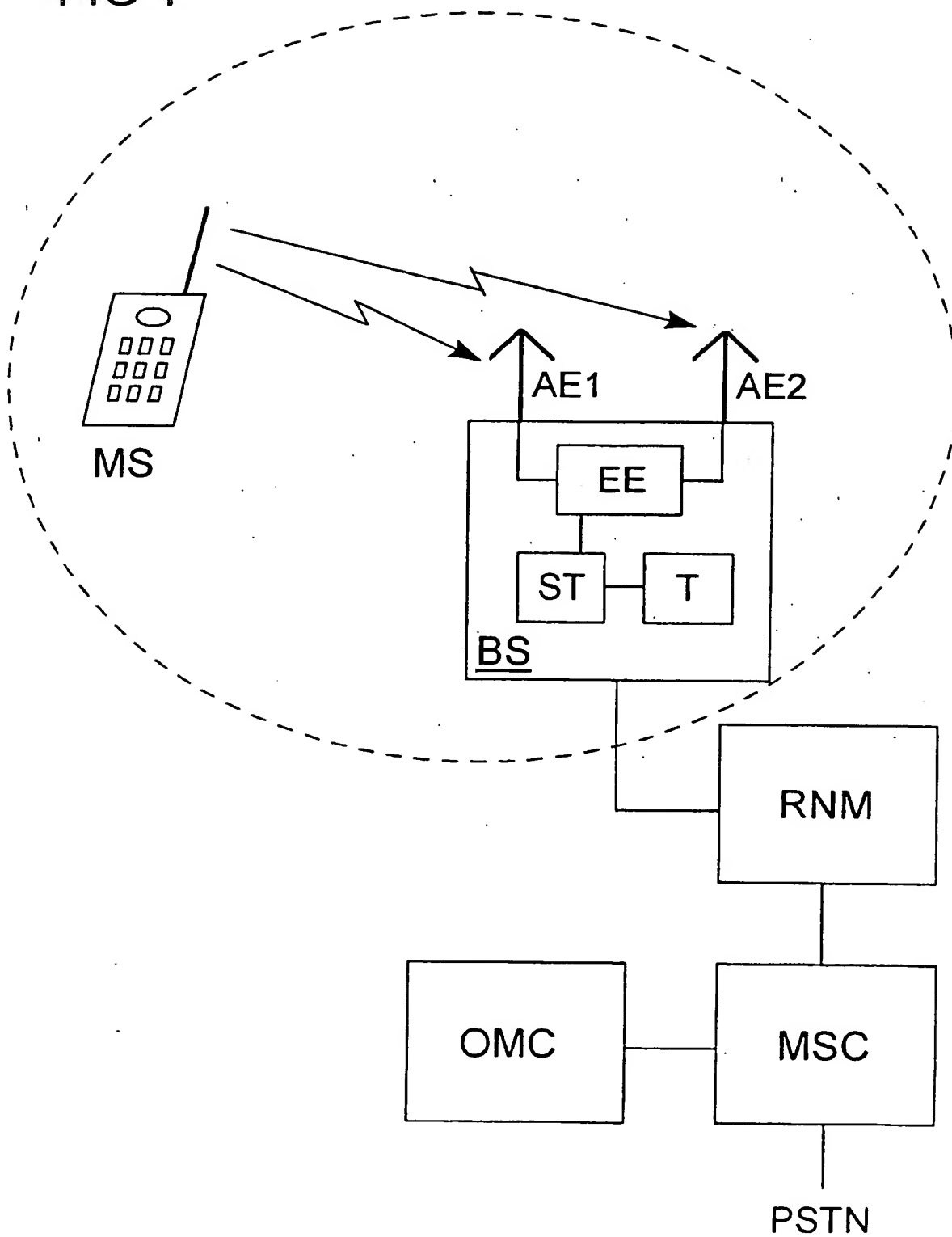


FIG 2

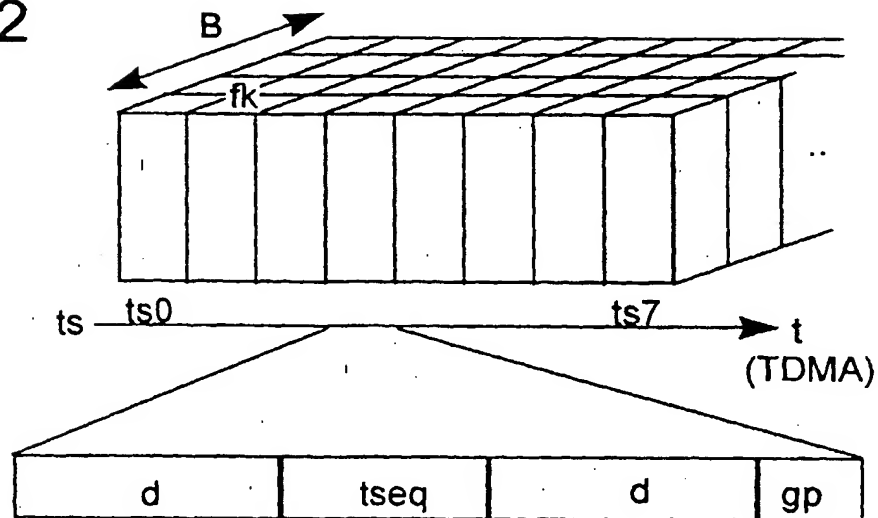


FIG 3

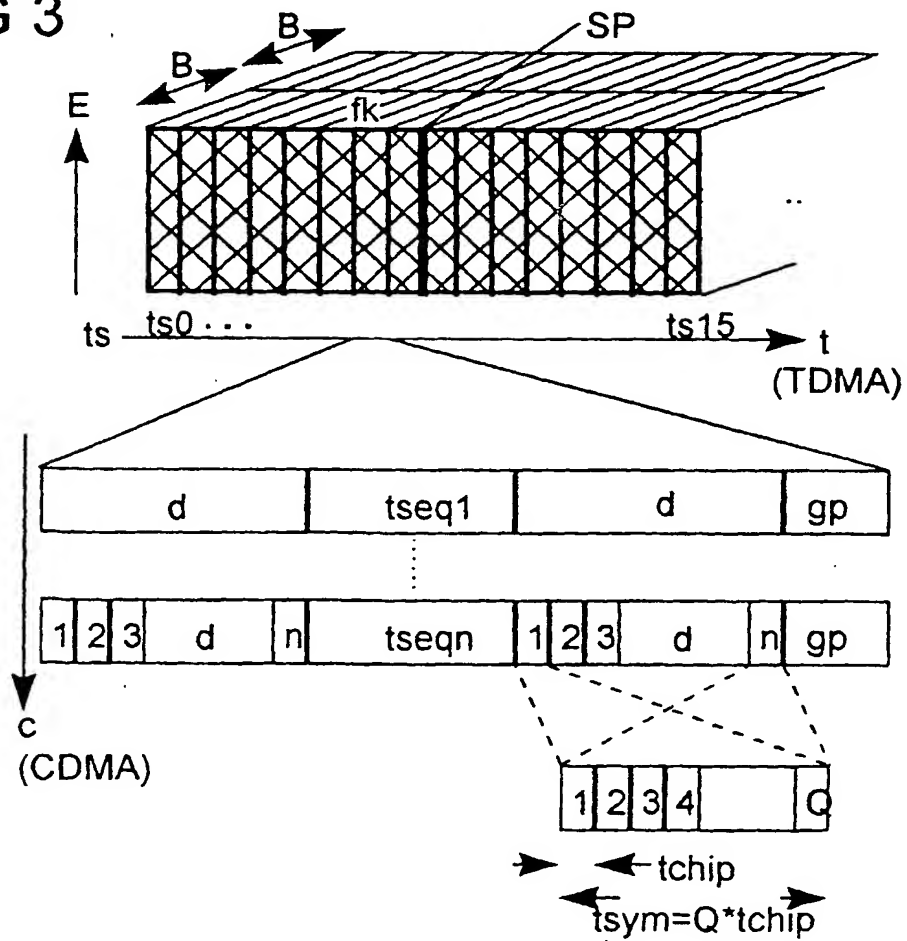


FIG 4

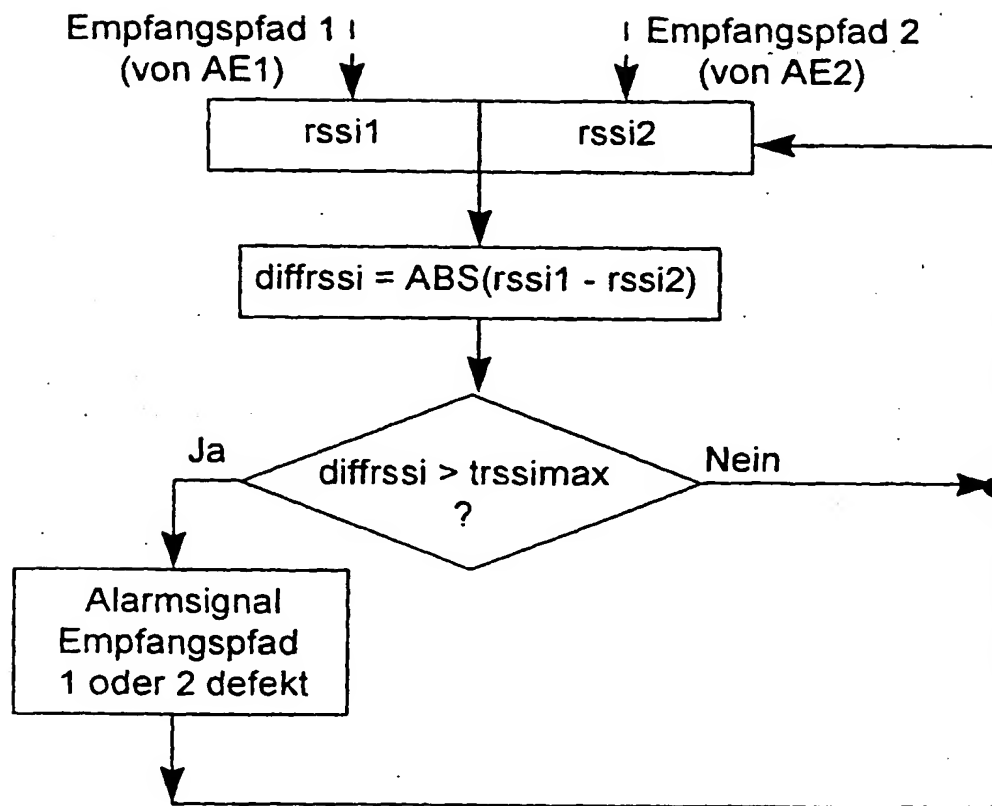


FIG 5

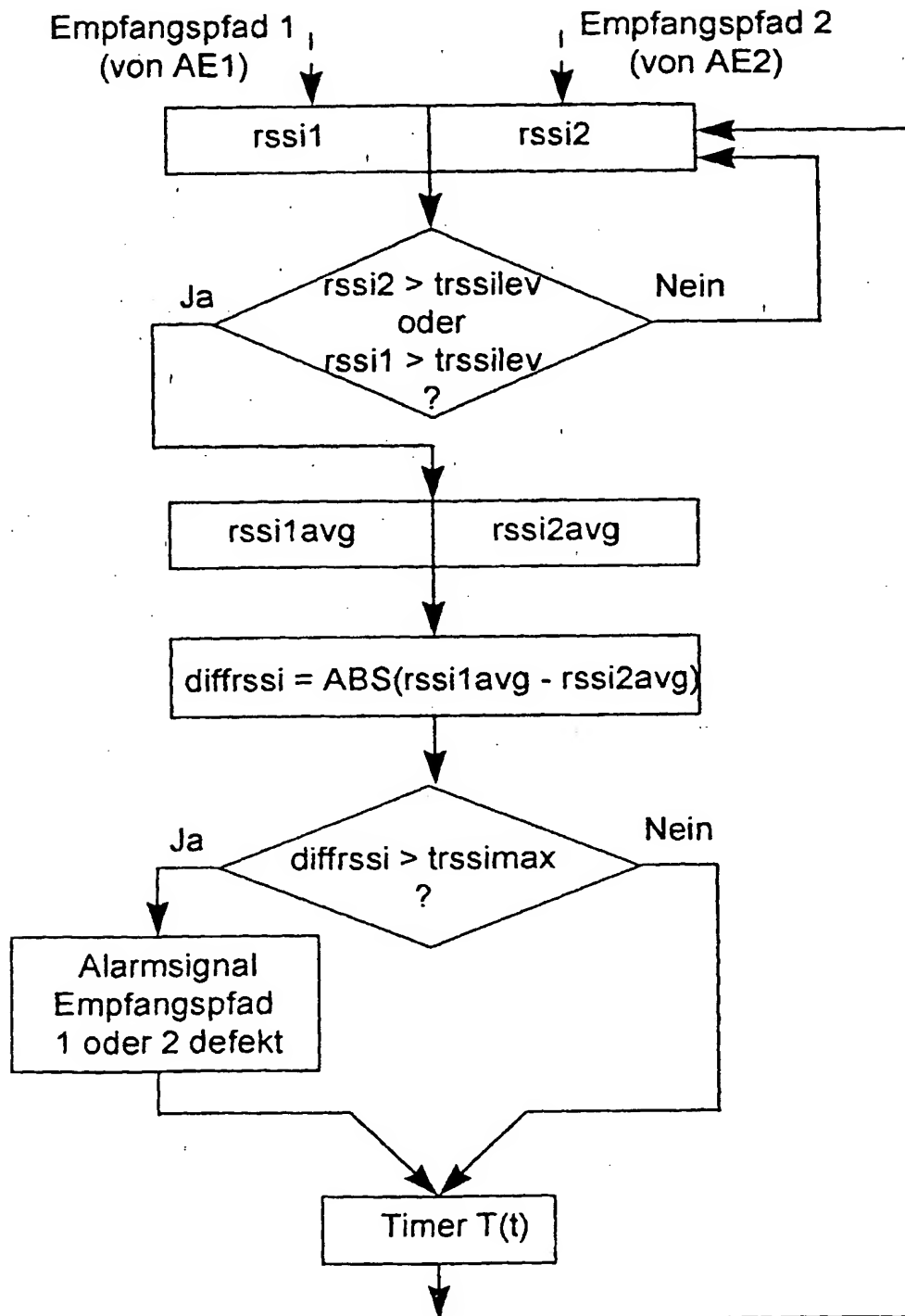


FIG 6

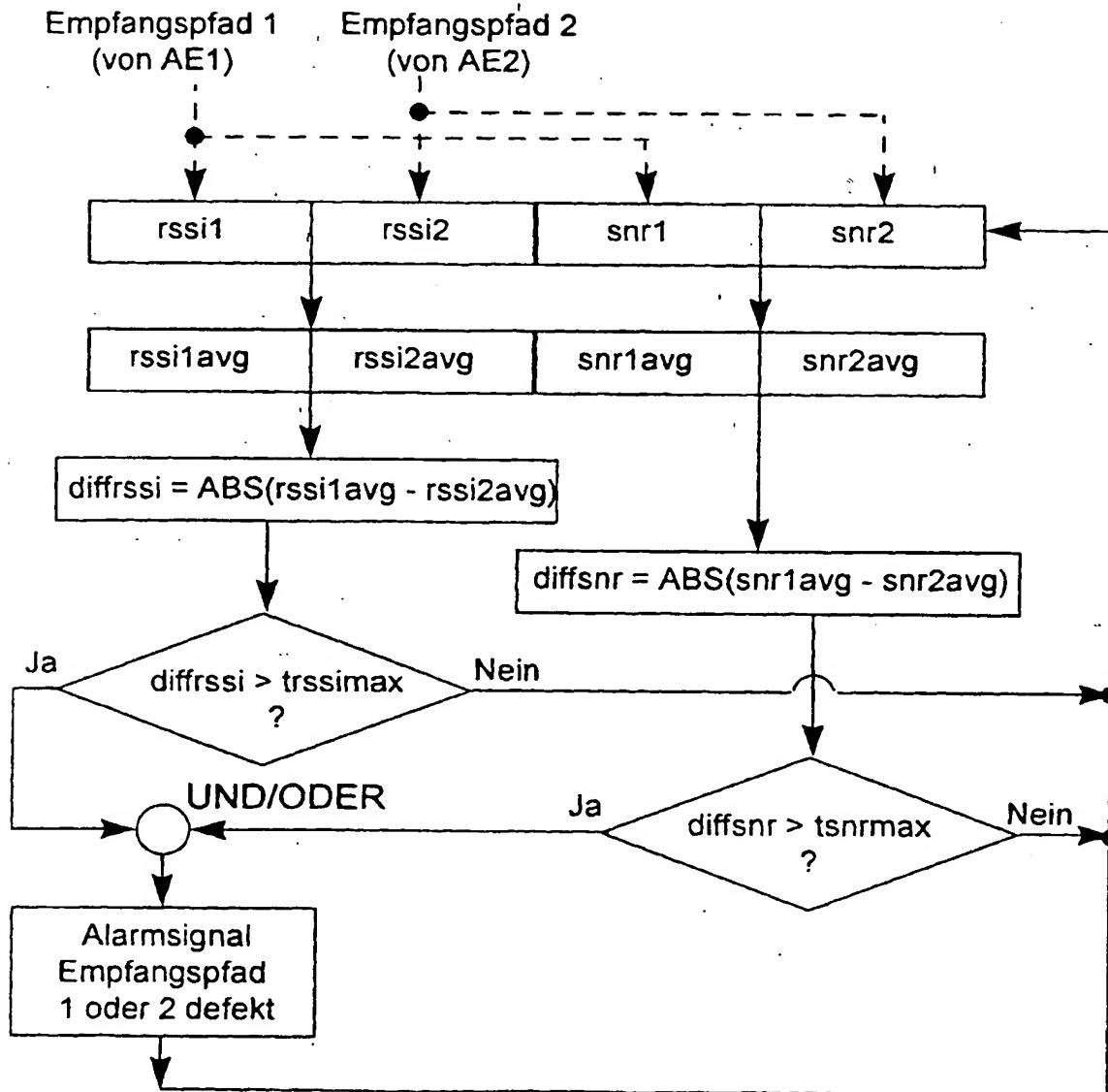


FIG 7

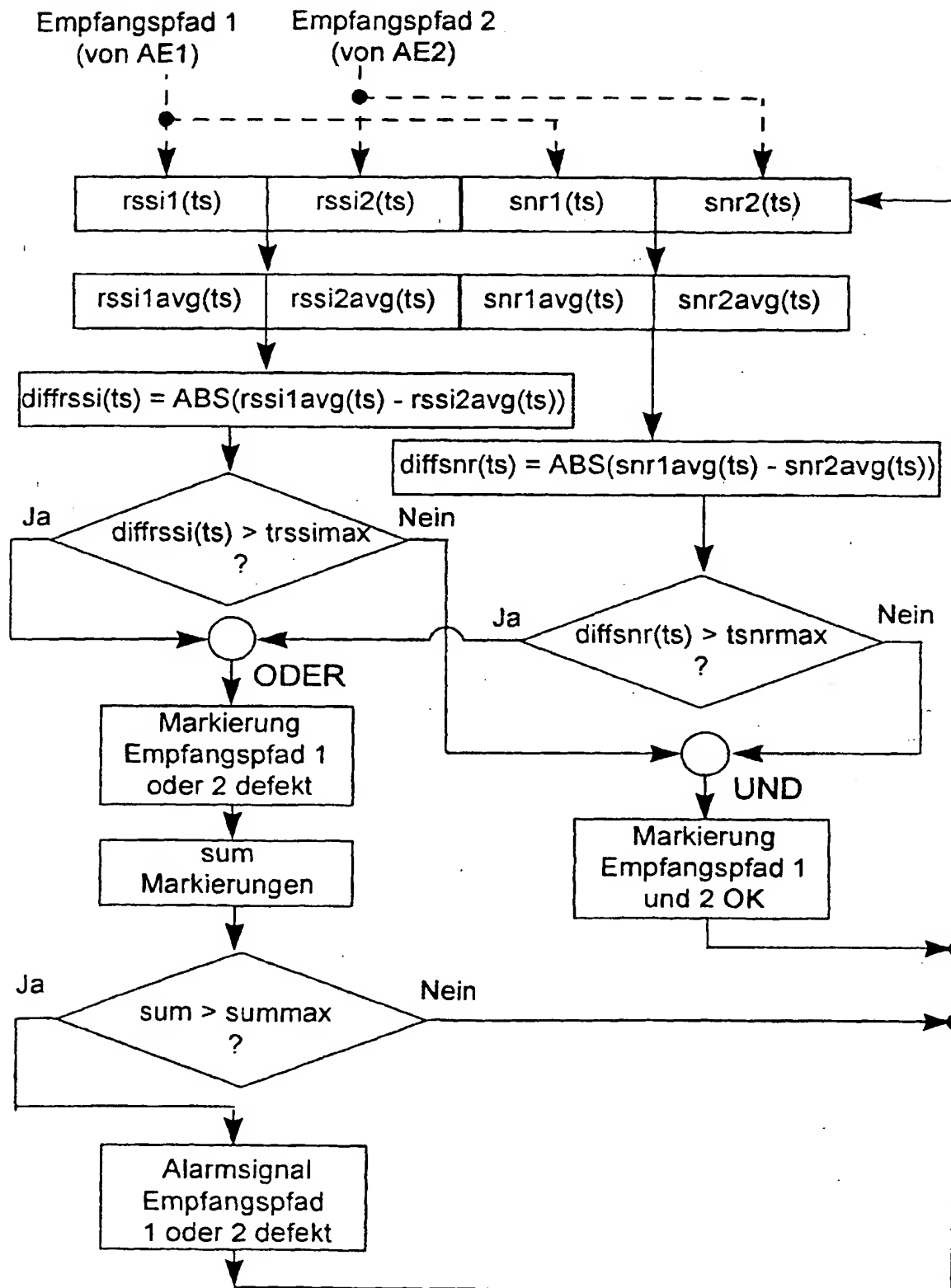
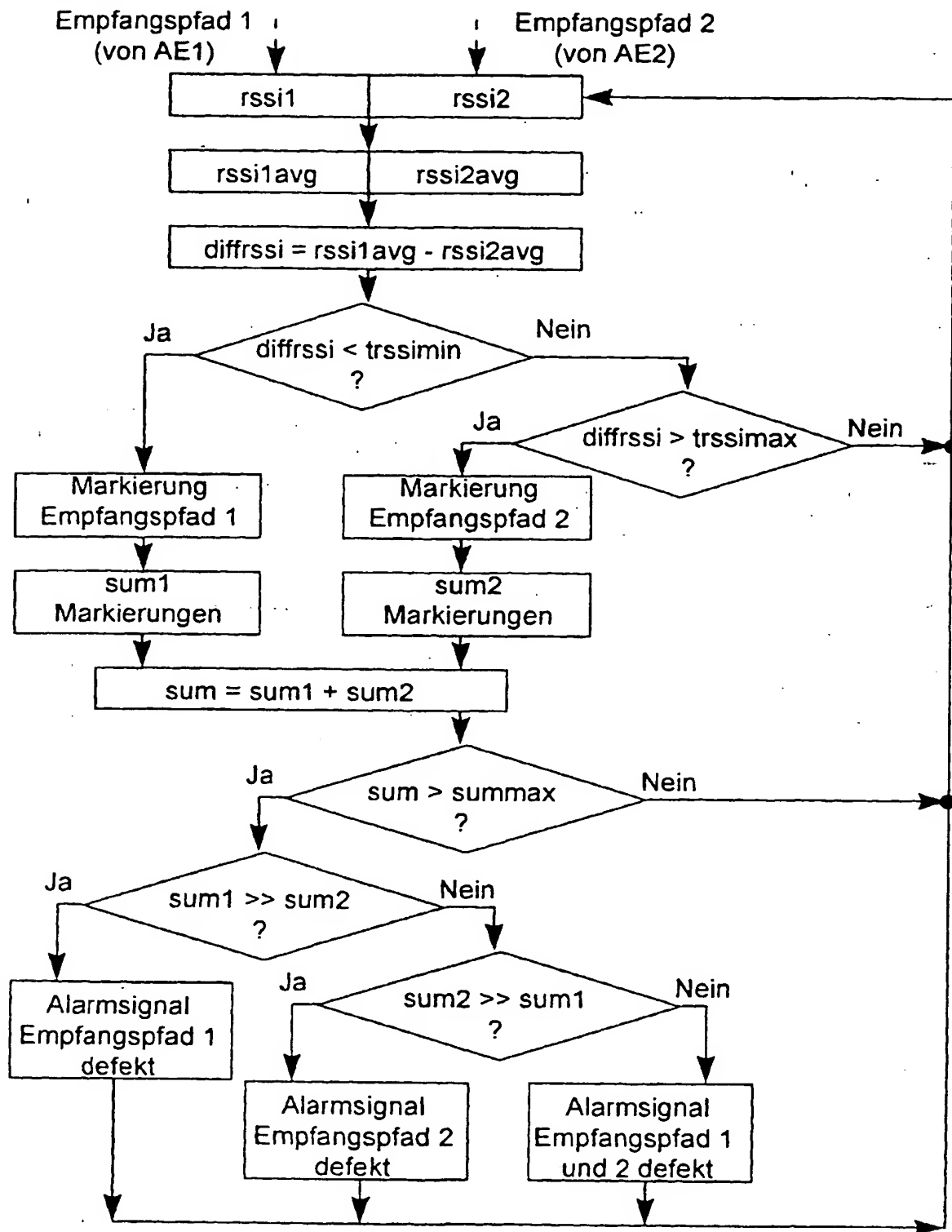
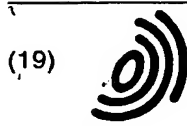


FIG 8





**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Eur päisch s Patentamt  
Eur pean Pat nt Office  
Office ur p en des brevets



(11) **EP 0 999 659 A3**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(88) Veröffentlichungstag A3:  
24.10.2001 Patentblatt 2001/43

(51) Int Cl.7: **H04B 7/08, H04B 17/00**

(43) Veröffentlichungstag A2:  
10.05.2000 Patentblatt 2000/19

(21) Anmeldenummer: 99121689.6

(22) Anmeldetag: 02.11.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• Heinz, Helmut  
86949 Windach (DE)  
• Kunze, Holger  
81375 München (DE)  
• Schreib, Franz  
81475 München (DE)  
• Monschau, Jörg  
81379 München (DE)

(30) Priorität: 03.11.1998 DE 19850644

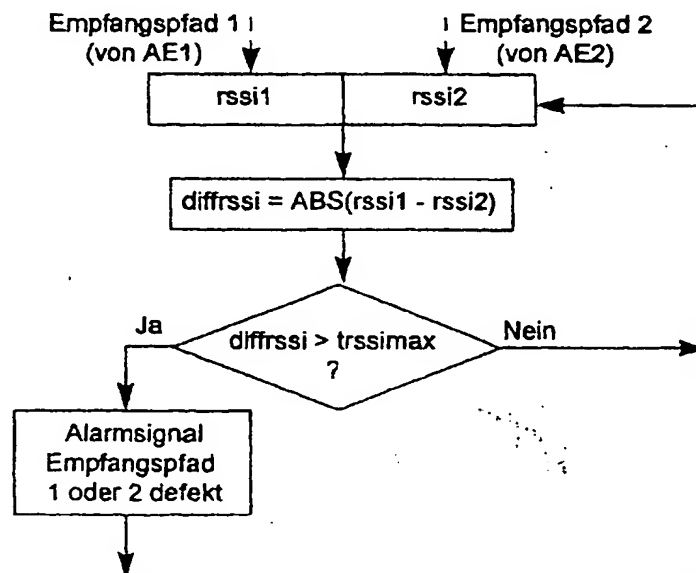
(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(54) **Verfahren und Funkstation zur Funktionsprüfung von Empfangspfaden**

(57) Erfindungsgemäß wird in einer Funkstation eines Funk-Kommunikationssystems, die mindestens zwei Antenneneinrichtungen für einen Diversitätsempfang von über eine Funkschnittstelle gesendeten Signalen für die Empfangspfade jeweils zumindest ein cha-

rakteristischer Wert bezüglich von Übertragungseigenschaften der Funkschnittstelle ermittelt. Eine Differenz zwischen den ermittelten charakteristischen Werten wird mit zumindest einem Schwellenwert verglichen, und aus dem Vergleich die Funktion der Empfangspfad abgeleitet.

**FIG 4**



EP 0 999 659 A3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 12 1689

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 752 165 A (HOKKANEN PETRI) 12. Mai 1998 (1998-05-12) * Spalte 1, Zeile 11 - Spalte 2, Zeile 46; Abbildung 1 *	1,3,5-7, 14,16,18	H04B7/08 H04B17/00
Y	* Zusammenfassung *	2,4, 8-13,15, 17	
Y	US 5 263 175 A (DEJMEK JAMES W) 16. November 1993 (1993-11-16)  * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 12-30 * * Spalte 1, Zeile 53-64 * * Ansprüche 3,4; Abbildung 2 *	2,4, 8-13,15, 17	
Y	US 5 634 204 A (FUJII HIRONORI ET AL) 27. Mai 1997 (1997-05-27) * Zusammenfassung * * Abbildungen 4,5 * * Spalte 5, Zeile 32-39 * * Anspruch 2 *	2,4	
P,A	DE 198 23 523 C (SIEMENS AG) 19. August 1999 (1999-08-19) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 58 - Spalte 2, Zeile 29; Abbildungen 4,5 *	1-18	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)  H04B H04Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>27. August 2001</b>	
		Prüfer <b>Katruff, M</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund C : nichtschrittliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1303 03.82 (P/C23)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 12 1689

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-08-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5752165 A	12-05-1998	FI 934052 A	16-03-1995
		AU 678528 B	29-05-1997
		AU 7616694 A	03-04-1995
		CN 1133657 A,B	16-10-1996
		EP 0719479 A	03-07-1996
		WO 9508223 A	23-03-1995
		JP 9504916 T	13-05-1997
		NO 961053 A	14-05-1996
US 5263175 A	16-11-1993	KEINE	
US 5634204 A	27-05-1997	JP 8084104 A	26-03-1996
		US 5918164 A	29-06-1999
DE 19823523 C	19-08-1999	EP 0961510 A	01-12-1999

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**